

# Schnittstellenimplementierung zum Aufbau einer numerischen Prozesskette in der Eisengussindustrie

Wolfgang Schlüter<sup>1\*</sup>, Nazar Adamchuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hochschule Ansbach, Residenzstraße 8, 91522 Ansbach; \*[wolfgang.schlueter@hs-ansbach.de](mailto:wolfgang.schlueter@hs-ansbach.de)

**Abstract.** Der Einfluss von Simulationssoftwarepaketen bei der Bauteilentwicklung nimmt zu. In der Gussindustrie werden Softwarewerkzeuge für 3-D-CAD, Material, Strukturanalyse, zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) und Lebensdaueranalyse eingesetzt. Sie sind Teile der numerischen Prozesskette zur Entwicklung von Gussbauteilen, in der verschiedene Informationen ausgetauscht werden müssen. Derzeit fehlen aber einige Schnittstellen zwischen wichtigen Softwarepaketen. Daher wird in diesem Beitrag ein automatischer Schnittstellen-Generator als Lösung für diese Herausforderung vorgeschlagen. Der Generator benötigt nur die syntaktische Definition der Eingangsdatei und die Konvertierungsparameter in der erweiterten Backus-Naur-Form (EBNF)-Notation.

## Einleitung

Numerische Simulationen als unterstützendes Werkzeug zur Entwicklung und Herstellung zeit- und kostenoptimierter Großgussbauteile erlangen in der industriellen Anwendung immer größere Bedeutung [1]. Bisher existieren Simulationstools für die Auslegung und Prüfung von Gussbauteilen meist als Insellösungen. Aktuell gibt es noch keine einheitliche Definition der Prozesskette zur Konstruktion und Auslegung von Eisengussbauteilen in der Branche. Der Informationsaustausch zwischen den einzelnen Softwaretools als Basis für eine funktionierende Prozesskette ist auf Grund von fehlenden oder nicht hinreichend dokumentierten herstellereigenen Schnittstellen nur bedingt möglich.

Hier setzt das öffentlich geförderte Projekt *DNAguss* an, in dem zwei Eisengießereien, verschiedene Softwareunternehmen und drei Forschungsinstitute zusammenarbeiten, um die einzelnen Simulationsprogramme zu einer virtuellen Prozesskette zu verknüpfen. Ein entscheidender Beitrag dazu ist die Implementierung von Schnittstellen zwischen den einzelnen Softwaretools.

## 1 Numerische Prozesskette

Am Anfang der Prozesskette steht die CAD-Konstruktion des Bauteils und die Auswahl der Legierung auf der

Basis einer Materialdatenbank. Da diese Daten essentiell für die Gießprozesssimulation sind, existieren die entsprechenden Importfunktionen auf Seiten der Gießprozesssimulation [2]. Die Gießprozesssimulation berechnet die Gießprozessparameter und gibt diese in einem Finitvolumen (FV) -Methode-Netz aus. Mit einem speziellen Konvertierungstool werden die Parameter von dem FV-Netz der Gießprozesssimulation auf das Finite-Element (FE)-Netz der Strukturanalyse gemappt [3]. Die Strukturanalyse nutzt die Daten, um daraus die Verteilung der mechanischen Spannungen unter Betriebslasten zu berechnen. Das FE-Netz wird auch in der Lebensdaueranalyse benutzt, um zu bestimmen, wie lange einzelne Bauteilregionen den Betriebsbeanspruchungen standhalten können.

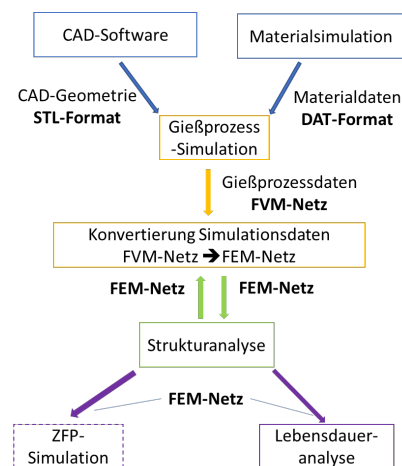


Abbildung 1: Prozesskette in der Gussindustrie

Ein ganz neues Element der Prozesskette ist die in dem Projekt *DNAguss* entwickelte Simulation zur zerstörungsfreien Prüfung (ZfP), mit der die Anwendbarkeit zerstörungsfreier Prüfmethode für ein Bauteil, auf Regionen bezogen, beurteilt werden. Die ZfP-Simulation benötigt die Geometrie des Bauteils, Materialdaten und

die orts aufgelöste Porosität des Bauteils aus den vorgelagerten Prozessschritten und liefert die regionsbezogene Anwendbarkeit von Prüfmethode. Um weitere Daten zwischen den einzelnen Simulationstools auszutauschen und damit Rückkopplungsmechanismen in die Prozesskette einzubauen, fehlen verschiedene Schnittstellen.

## 2 Schnittstellen-Generierung

Für die Implementierung der Schnittstellen wurde auf der Grundlage der Erweiterten Backus-Naur Form (EBNF) ein allgemeiner Ansatz gewählt [4, 5]. Damit lässt sich ein Dateiformat metasprachlich durch Regeln der Form

```
Header = Quantity " m" "\n".
DataSet = {Temp " " Data ["\n"]}
```

mit Hilfe von Nichtterminalen wie `Header`, `DataSet`, `Quantity`, `Temp` oder `Data` und Terminalen wie `" m"` oder `"\n"` beschreiben. In einem ersten Schritt wurde mit dem Akzeptorgenerator ein Softwaretool entwickelt, dass auf Basis einer EBNF-Dateiformatbeschreibung die Überprüfung der syntaktischen Korrektheit der Ausgabe-datei eines in der Prozesskette vorhandenen Simulationsprogrammes prüft und gegebenenfalls einen Übertragungsfehler erkennt.

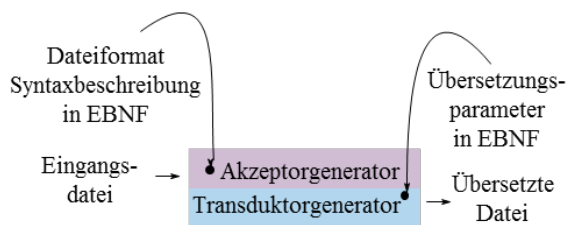


Abbildung 2: Akzeptor- bzw. Transduktorgenerator

In einem zweiten Schritt wird die EBNF-Dateiformatbeschreibung durch die Konvertierungsinformationen (hier Verweise `Translate` und `Conv`) ergänzt.

```
Header = (Quantity) (Translate) " m" "\n".
DataSet = {(Temp " " Data) (Conv) ["\n"]}
```

Über die Verweise werden kurze Codesegmente ausgeführt: `Translate` stellt die physikalische Größe `Quantity` in einer anderen Form dar, `Conv` bestimmt den physikalischen Wert `Data` zur Temperatur `Temp` von 20°C.

Mit dem Transduktorgenerator steht ein Softwaretool

zur Verfügung, das formatiert ausgegebene Simulationsdaten in ein anderes Format überführen kann. Benötigt wird für die Übersetzung lediglich die Grammatik-Beschreibung in EBNF-Notation, erweitert um die Konvertierungsinformationen. Dabei können auch komplexe Konvertierungen durch zusätzliche Codesegmente hinzugefügt werden. Der Vorteil des hier vorgestellten Ansatzes besteht in der einfachen Realisierbarkeit von Schnittstellen, da für die Konvertierung nur noch EBNF-Textdateien und einfachen Codesegmente benötigt werden.

## 3 Ausblick

Durch zusätzliche Schnittstellen soll die Prozesskette (Abb. 1) erweitert und durch Rückkopplungsmechanismen ergänzt werden. Neben der Zeit- und Kostenersparnis für den Bearbeiter ergeben sich Vorteile in der Datenintegrität und neue zusätzliche Funktionalitäten in den Softwarepaketen. Die Prozesskette in der Gussindustrie kann als Testfall für das entwickelte Konzept der Schnittstellen-Generierung dienen, welches im Erfolgsfall auch zur Erzeugung weiterer Schnittstellen zwischen Simulationsprogrammen genutzt werden kann. Im Projekt *DNaguss* wird die Prozesskette abschließend an zwei Bauteilen aus der Windenergiebranche getestet und der sich daraus ergebende Vorteil quantifiziert.

## Literaturverzeichnis

- [1] Vijayaram TR, Piccardo P. Computers in Foundries. *Metallurgical Science and Technology*. 2012;30(2).
- [2] Guo Z, Saunders N, Schillé J, Miodownik A. Material properties for process simulation. *Materials Science and Engineering: A*, 2009;499(1-2):7-13..
- [3] Egner-Walter A, Dannbauer H. Integration lokaler Bauteileigenschaften gegossener Fahrwerksteile in die Betriebsfestigkeitsberechnung. 2004.
- [4] Backus JW, Bauer F, Green J, Katz C, McCarthy J, Naur P, Perlis A, Rutishauser H, Samelson K, Vauquois B, et al. Revised report on the algorithmic language ALGOL 60. *Numerische Mathematik*. 1962;4(1):420–453. 1960.
- [5] Hopcroft JE, Motwani R, Ullman JD. *Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation (3rd Edition)*. USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. 2006.